

---

## II. PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-105955

(43)Date of publication of application : 23.04.1996

---

(51)Int.Cl.

G01S 7/28

G01S 7/02

G01S 13/10

---

(21)Application number : 06-260897

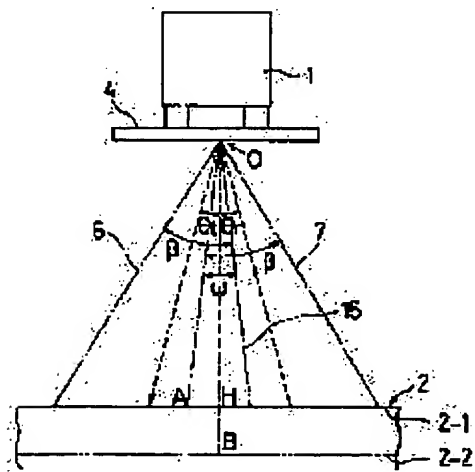
(71)Applicant : NATL SPACE DEV AGENCY  
JAPAN<NASDA>

(22)Date of filing : 03.10.1994

(72)Inventor : SAKURAI JOJI  
YAJIMA MASANOBU  
HISADA YASUMASA

---

### (54) RADAR DEVICE



### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a radar device having the capability of giving a high resolution by using a relatively small antenna for reducing beam width equivalently.

CONSTITUTION: Regarding a radar to be installed on a moon-orbital observation satellite 1 or the like, a phased array antenna 4 is used as an antenna for transmission and receiving in common, and a feeding phase for each antenna element is adjusted for maintaining a difference in each beam axis between a transmission beam 6 at the time of transmission and a receiving beam 7 at the time of receiving, so as to superpose only a part of a transmission beam pattern and a receiving beam pattern on an observation object zone. Constitution is thereby made, so as to form a composite transmission and receiving beam 15 having equivalently narrow breadth.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.10.1994

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2630568

[Date of registration] 25.04.1997

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-105955

(43)公開日 平成8年(1996)4月23日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 S	7/28	Z		
	7/02	F		
	13/10			

審査請求 有 請求項の数 1 F D (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平6-260897

(22)出願日 平成6年(1994)10月3日

(71)出願人 000119933

宇宙開発事業団

東京都港区浜松町2丁目4番1号

(72)発明者 桜井 譲治

東京都港区浜松町2丁目4番1号 宇宙開  
発事業団内

(72)発明者 谷島 正信

東京都港区浜松町2丁目4番1号 宇宙開  
発事業団内

(72)発明者 久田 安正

東京都港区浜松町2丁目4番1号 宇宙開  
発事業団内

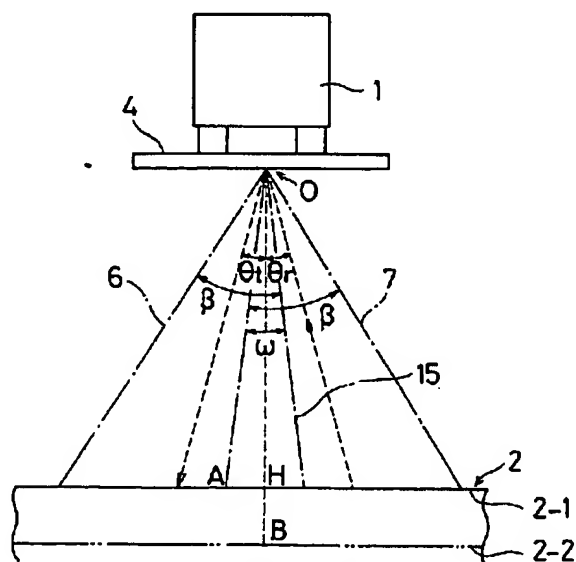
(74)代理人 弁理士 最上 健治

(54)【発明の名称】 レーダ装置

(57)【要約】

【目的】 比較的小さなアンテナを用い等価的にビーム幅を狭くして高分解能が得られるようにしたレーダ装置を提供する。

【構成】 月周回観測衛星1などに搭載するレーダ装置において、送受兼用アンテナとしてフェーズドアレイアンテナ4を用い、各アンテナ素子に対する給電位相を調整して送信時の送信ビーム6と受信時の受信ビーム7の各ビーム軸8、9を異ならせ、観測対象領域における送信ビームパターンと受信ビームパターンの一部のみが互いに重なり合うようにし、等価的に狭いビーム幅 $\omega$ の合成送受信ビーム15を形成するように構成する。



15 : 合成送受信ビーム

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 地上設置用又は宇宙機等の飛翔体に搭載されるレーダ装置において、送受兼用アンテナとしてフェーズドアレイアンテナを備え、各アンテナ素子に対する給電位相を調整して送信時の送信ビームと受信時の受信ビームの各ビーム軸を異ならせ、観測対象領域において送信時のビームパターンと受信時のビームパターンの一部のみが互いに重なり合うように構成し、等価的に狭いビーム幅を形成するようにしたことを特徴とするレーダ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、等価的にビーム幅を狭くして高分解能を得るようにしたレーダ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般にレーダ装置においては、送受切換部を介して単一のアンテナで送受信を行うようになっており、その方位方向の分解能は、アンテナから観測対象に向けて照射される電波のビーム幅に関係し、高い分解能（小さい物体を識別する能力）を得るためには、狭いビーム幅が必要となる。そして、狭いビーム幅を形成するには、大開口のアンテナが必要となることは良く知られている。しかし、レーダシステムの一部として用いるアンテナの大きさには、宇宙機等の飛翔体に搭載されるものでは勿論のこと、地上設置のものでも限度がある。また観測する物体（対象物）の性質や周波数の有効利用による観点から、送信周波数にも制限がある。このような制約から、一般にアンテナのビーム幅は、これらの2つのパラメータにより決定されるので、自由度は少なく、ある程度のところで妥協しているのが現状である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、特に宇宙機等に搭載されるレーダ装置においては、アンテナの大きさは出来るだけ小型化し且つビーム幅を小さくして高い分解能をもつことが要望されているが、上記の制約下においては、対象物に対して高い分解能を得ようとする、必然的に大開口のアンテナが必要となり、したがって高い分解能の実現は極めて困難であるという問題点があった。

【0004】 本発明は、従来のレーダ装置における上記問題点を解消するためになされたもので、比較的小さなアンテナを用いながら実質的にビーム幅を狭くして高分解能が得られるようにしたレーダ装置を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段及び作用】 上記問題点を解決するため、本発明は、地上設置用又は宇宙機等の飛翔体に搭載されるレーダ装置において、送受兼用アンテナとしてフェーズドアレイアンテナを備え、各アンテナ素

2

子に対する給電位相を調整して送信時の送信ビームと受信時の受信ビームの各ビーム軸を異ならせ、観測対象領域において送信時のビームパターンと受信時のビームパターンの一部のみが互いに重なり合うように構成し、等価的に狭いビーム幅を形成するようにするものである。

【0006】 このように、フェーズドアレイアンテナを送受兼用アンテナとして用い、給電位相を調整して、送信ビームと受信ビームのビーム軸を異ならせ、観測対象領域において送信ビームパターンと受信ビームパターンの一部のみが互いに重なり合うように構成することにより、重なり合う狭い領域に照射された送信ビームの反射ビームのみを受信ビームとして受信することになり、したがって実質的に狭いビーム幅のアンテナで電波を照射したと同等の効果が得られる。なお、この場合、電力的な損失は大きくなるが、これは送信電力を増加させることで容易に対応させることが可能である。

## 【0007】

【実施例】 次に実施例について説明する。図1は本発明に係るレーダ装置を、月周回観測衛星に搭載する月地下探査レーダシステムに適用した実施例の概念図で、図2は、図1に示した実施例の横方向からみた概略図で、図3は、同じく図1に示した実施例の上方向からみた概略図である。図において、1は月周回観測衛星で、月面2上70~100 kmの高度で月を周回するようになっており、該衛星1には送受信装置3、フェーズドアレイアンテナ4等からなるレーダ装置5が搭載されている。6はフェーズドアレイアンテナ4における各アンテナ素子への給電位相を調整して形成された送信ビームで、7は同じく送信ビーム6と時間的にずらして形成された受信ビームである。8、9は前記送信ビーム6及び受信ビーム7の各ビーム軸であり、各ビーム軸8、9は月面2に対する垂直軸10に関して、それぞれオフセット角 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ で、垂直軸から反対方向に偏倚し、月面2上において各ビームパターンの一部が互いに重なるように、フェーズドアレイアンテナの各アンテナ素子の位相が調整されている。なお、図1において、2-1、2-2、2-3は月面2の第1表面、第2表面、第3表面を示しており、また衛星1に付した矢印は衛星1の進行方向を示している。

【0008】 このように構成されたレーダ装置5のフェーズドアレイアンテナ4から、図2に示すように送信ビーム6がビーム幅 $\beta$ で月面2に向けて放射されると、月面2において、図3に示す円形領域11が送信ビームで照射されることになる。これに対してフェーズドアレイアンテナ4で時間的にずらして形成された受信ビーム7のビーム幅は同様に $\beta$ であり、月面2上の受信ビームパターンによる領域12は、送信ビーム6のビームパターンによる領域11と一部互いに重なり合う重なり部分13をもつ領域となる。

【0009】 このように、フェーズドアレイアンテナ4

3

による送信ビームパターンと受信ビームパターンの一部分のみが、観測対象領域である月面2上において互いに重なるように構成されているため、受信ビーム7は、重なり部分13からの反射ビームのみを受信することになり、したがってフェーズドアレイアンテナ4は、送信ビームパターンと受信ビームパターンの重なり部分に対応する狭い等価ビーム幅 $\omega$ をもつ合成送受信ビーム15を形成していると等価になり、分解能を向上させることが可能となる。

【0010】この実施例において、送信ビーム幅及び受信ビーム幅 $\beta$ を16度とし、各ビーム軸を垂直軸に対してそれぞれ反対方向に6度程度ずらすことにより、等価ビーム幅 $\omega$ を4度程度にすることができる。図4は、単一のフェーズドアレイアンテナからビーム幅 $\beta=16^\circ$ でオフセット角 $\theta_1=6^\circ$ の送信時の送信ビームと、ビーム幅 $\beta=16^\circ$ でオフセット角 $\theta_2=6^\circ$ の受信時の受信ビームを形成し、各ビームを重ね合わせて、等価ビーム幅 $\omega=3.8^\circ$ とした合成ビームを形成する場合の各ビームパターンの計算例を示す図であり、aは送信ビームパターン、bは受信ビームパターン、cは合成ビームパターンを示している。

【0011】また、上記実施例のレーダ装置においては、月面の表土の厚さと高分解能で計測することが可能となる。すなわち、月面表土の厚さを計測するためには、フェーズドアレイアンテナ4で形成された送信ビーム6が月面2の第1表面2-1から反射して戻って来る反射ビームと、第2表面2-2から反射して戻って来る反射ビームとを受信機において物理的に区別できなければならない。上記実施例は、送信ビームパターンと受信ビームパターンとを部分的に重ね合わせ、狭い等価的なビーム幅 $\omega$ を有する合成送受信ビーム15を形成するようにしているものであるため、上記物理的区別を、フェーズドアレイアンテナ4からこの合成送受信ビーム15が形\*

$$OAの長さ < OBの長さ - c\tau/2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、cは光速である。(2)式からもわかるように、深さ分解能を上げるには、ビーム幅を狭くするだけでなく、パルス幅 $\tau$ も短くすることが必要である。従来の通常のレーダにおいてはビーム幅で定まる方位分解能と、パルス幅で定まる距離分解能とは独立しているが、本発明に係るレーダ装置においては、距離分解能に対応する深さ分解能は、上記(2)式の条件を満たすBHの最小値で表され、(2)式は方位分解能を表すAHの項が関与しているため、通常のレーダとは異なり、深さ分解能(距離分解)は方位分解能と関連をもっていることがわかる。

【0015】なお、上記実施例では、月周回観測衛星に搭載した月地下探査レーダに本発明を適用したものを示したが、本発明はこれに限らず、地上用、宇宙機搭載用、移動体用のレーダなど広範囲に亘って適用できるものであり、また本実施例では単体のフェーズドアレイ

4

\*成されているものとして説明すると、図2において、合成送受信ビーム15のビームパターンの端部(フェーズドアレイアンテナ4から最も距離が長い部分)と月面の第1表面2-1との一つの交点Aからの反射ビームが、受信機に到達し終わった後に、フェーズドアレイアンテナ4から月面2に下ろした垂線と第2表面2-2との交点B(フェーズドアレイアンテナ4と第2表面2-2との最も距離が短い部分)からの反射ビームが届くようにして、両者を区別する必要がある。

【0012】月面2の第1表面2-1のA点からの反射ビームのパワーの方が第2表面2-2のB点からの反射ビームのパワーよりもかなり大きい場合、A点とB点から反射ビームを明確に区別するためには、パルス幅を無視した場合、フェーズドアレイアンテナ位置をOとすると、次式(1)が成立すればよいことがわかる

$$OAの長さ < OBの長さ \quad \dots\dots\dots (1)$$

【0013】上記(1)式が成立すれば、第1層の厚さHB(深さ分解能)を計測することが可能となるが、この深さ分解能を向上させるためには、OAの長さを短く、すなわちAHの長さを短くすればよいことになる。なお、H点はフェーズドアレイアンテナ4から月面2に下ろした垂線と第1表面2-1との交点である。AHの長さを短くするためには、一般的には非常に狭いビーム幅を形成する大開口アンテナを必要とするが、本発明においては、上記のように単一のフェーズドアレイアンテナ4を用いて等価的に狭いビーム幅 $\omega$ の合成送受信ビームを形成するようにしているので、AHの長さを短くして、OAの長さを短くでき、したがって短いHBの距離も計測可能となり、深さ分解能を向上させることができる。

【0014】パルス幅 $\tau$ (s)を考慮すると、(1)式は次式(2)のように表される。

アンテナを用いたものを示したが、パラボラアンテナ等を用いて、一次輻射器配置部分にフェーズドアレイアンテナを設けて反射鏡を利用するように構成することもできる。

【0016】

【発明の効果】以上実施例に基づいて説明したように、本発明によれば、単一のフェーズドアレイアンテナを用いて、等価的に狭いビーム幅の合成送受信ビームを形成するように構成したので、小型のアンテナで等価的にビーム幅を狭くすることができ、宇宙機等への搭載を容易にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るレーダ装置の一実施例を示す概念図である。

【図2】図1に示した実施例を横方向からみた概略図である。

5

6

【図3】図1に示した実施例の月面上におけるビームパターンの広がり状態を示す図である。

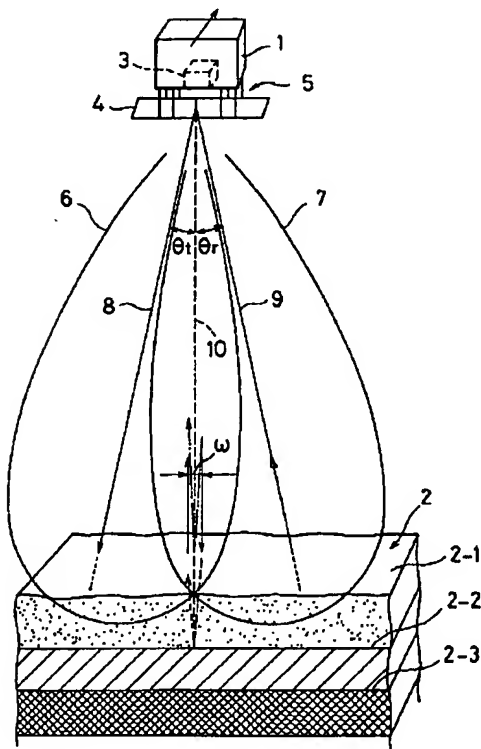
【図4】図1に示した実施例において、送信ビームと受信ビームと合成送受信ビームの各ビームパターンの計算例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 月周回観測衛星
- 2 月面
- 3 送受信装置
- 4 フェーズドアレイアンテナ

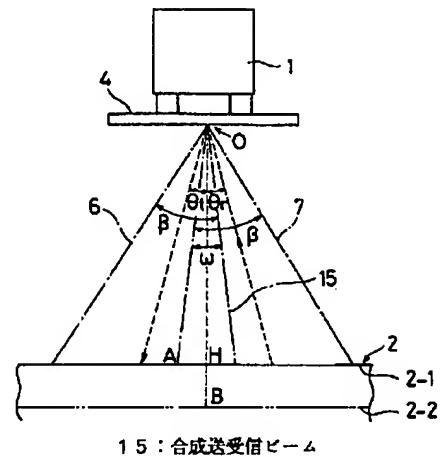
- 5 レーダ装置
- 6 送信ビーム
- 7 受信ビーム
- 8 送信ビーム軸
- 9 受信ビーム軸
- 10 垂直軸
- 11 送信ビームパターン領域
- 12 受信ビームパターン領域
- 13 重なり部分
- 10 15 合成送受信ビーム

【図1】



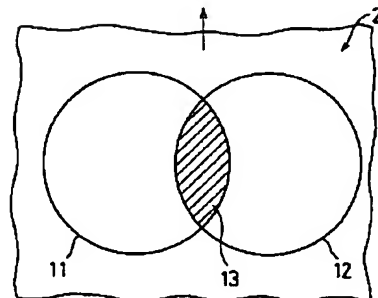
- 1 : 月周回観測衛星
- 2 : 月面
- 4 : フェーズドアレイアンテナ
- 5 : レーダ装置
- 6 : 送信ビーム
- 7 : 受信ビーム
- 8 : 送信ビーム軸
- 9 : 受信ビーム軸

【図2】



15 : 合成送受信ビーム

【図3】



- 11 : 送信ビームパターン領域
- 12 : 受信ビームパターン領域
- 13 : 重なり部分

【図4】

